

## **RADIATION IMAGE PROCESSING APPARATUS**

### **BACKGROUND OF THE INVENTION**

本発明は放射線画像を処理する特徴抽出方法および被写体認識方法ならびに画像処理装置に関し、さらに詳しくは、放射線画像の最適処理に必要な特徴抽出が行える特徴抽出方法および被写体認識方法ならびに画像処理装置に関する。

近年、放射線画像を直接デジタル画像として撮影できる装置が開発されている。たとえば、被写体に照射された放射線量を検出し、その検出量に対応して形成される放射線画像を電気信号として得る装置としては、輝尽性蛍光体を用いたディテクタを用いる方法が特開昭55-12429号公報、特開昭63-189853号公報など、多数開示されている。

このような装置では、シート状の基板に輝尽性蛍光体を塗布、あるいは蒸着等によって固着したディテクタに、いったん被写体を透過した放射線を照射して輝尽性蛍光体に放射線を吸収させる。

その後、この輝尽性蛍光体を光または熱エネルギーで励起することにより、この輝尽性蛍光体が上記吸収によって蓄積している放射線エネルギーを蛍光として放射させ、この蛍光を光電変換して画像信号を得るようにしている。

一方、照射された放射線の強度に応じた電荷を光導電層に生成し、生成された電荷を二次元的に配列された複数のコンデンサに蓄積し、それら蓄積された電荷を取り出すことにより得られる放射線画像検出装置が提案されている。

このような放射線画像検出装置では、フラットパネルディテクタ（FPD）と呼ばれるものを使用している。この種のFPDは、特開平9-90048号公報に記載されているように、照射された放射線強度に応じた蛍光を発する蛍光体と、蛍光体から発する蛍光を直接または縮小光学系を介して受光して光電変換を行うフォトダイオードやCCDのような光電変換素子の組み合わせによって実現されるものが知られている。

また、特開平6-342098号公報にも同様なFPDが記載されており、照射された放射線を直接電荷に変換するものも知られている。

これらの装置では、放射線画像を診断に適した階調で表現するために、医師が注目する部分（関心領域）について見やすくなるよう、前記のような装置で得られた画像を自動的に階調変換することが望ましい。

このような自動階調変換を行うために、画像データの統計的特徴（データの最大値・最小値・ヒストグラム等）から、入力信号値に対する出力信号値を規定したルックアップテーブル（LUT）等、処理条件を決定し、画像全体に対して階調変換処理を施すことが行われる。

また、細部の構造を見やすくするため、エッジ強調処理を行ったり、被写体の信号領域を狭めて、濃度の高い部分と低い部分を同時に観察しやすくするためのダイナミックレンジ圧縮処理等も行われる。

しかし、診断に利用する放射線撮影では、撮影対象となる部位が頭部から四肢まで多岐に渡り、それぞれによって医師が注目する領域も異なるため、診断に最適な

画像を得るための画像処理条件は、撮影部位毎に異なるものとなる。また、同様に、撮影方向によっても、処理条件は異なるものとなる。

そのため、従来これらの装置では、画像処理を行う前に、最適な処理条件を選択するため、被写体の撮影部位、方向等を入力する必要がある。

一部の病院では、病院情報システム（H I S）や放射線科情報システム（R I S）を備えているところもあり、放射線撮影のオーダー情報から、直接撮影部位情報を取得できるため、特に放射線技師等の操作無く、最適な処理条件を選択可能であるが、多数の病院ではこのようなシステムを備えていないため、技師等が手入力にてこれらの情報を入力する必要がある。

また緊急時の撮影においても、迅速に撮影を行うために、上記のH I SやR I Sを備えた病院でも、技師等が被写体の部位情報等を手入力する場合もある。

しかし、一般に撮影される部位は100種類以上もあり、この中から毎回撮影を行う度に上記入力作業を行うことは煩雑であり、放射線撮影を行う放射線技師の負担となっていた。

そこで、撮影された画像を読み取って自動的に被写体の部位、方向を認識して、最適な処理条件を選択することが、技師の負担を軽くするために求められている。

撮影された部位を自動的に判別するためには、画像から被写体の撮影部位を示す特徴量を正確に得ることが重要である。

被写体の特徴量を抽出する方法としては、例えば特開平11-96380号公報のように、放射線が直接照射された直接照射線領域を除いた最高濃度値を示す画素の位置と、その画素を通るプロファイルから特徴量を抽出し、撮影部位が胸部正面か、胸部側面かを判定するために利用するものがある。

しかし、上記公開特許公報に記載された手法は、あくまで胸部について正面また

は側面を判別するためのものであり、他の部位の判別に利用することはできない。また、診断に利用する放射線撮影では、撮影対象となる部位が頭部から四肢まで多岐に渡っているため、さらに、それぞれによって医師が注目する領域も異なるため、各撮影部位を正確に認識するための特徴量を正しく抽出することは困難であった。

### SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は以上のような課題に鑑みてなされたものであって、放射線画像に対して、頭部から四肢骨までといったより広範囲な様々な撮影部位に対して、正確に認識するための特徴量を抽出することが可能な特徴抽出方法および被写体認識方法ならびに画像処理装置を実現することを第1の目的とする。

また、撮影方向を自動的に判定する方法として、例えば特開平6-304159号報、特開平6-304160号報、特開平11-85950号報等が開示されている。

これらはいずれも画像の濃度に基づいて、局所的な対称性や濃度分布等を基準に判定を行っている。

被写体の撮影方向を判別するために、その撮影部位における被写体の外形形状や、骨部、肺野輪郭等の情報を抽出できれば、非常に有用であり、判定精度も向上する。しかし、上記に開示された方法のように画像の濃度に基づいた方法では、これらの有用な情報をうまく利用することができない。

本発明は、放射線画像に対して、被写体の外形形状や骨部等の情報を利用することにより、頭部から四肢骨まで、広範囲な様々な撮影部位に対して、正確に撮影方向を判定できる手段を提供することを第2の目的とする。

第1の目的を達成する本発明は、被写体領域を抽出した後、被写体領域の境界の位置変化、および領域の幅の変化を特徴量として抽出することにより、被写体の外

形を特定し、頭部から四肢骨までといったより広範囲な様々な撮影部位に対して、撮影部位を正しく認識することができる。

より具体的には、以下の（１）～（１１）に記載する通りである。なお、本願明細書において、被写体領域の外形形状とは、放射線画像中の人体部分のシルエットの形状のことである。また、放射線画像とは、放射線量検出手段によって、検出された放射線の量のそれぞれを信号値に変換して得られる画像である。

（１）被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する外形形状認識手段と、を有する画像処理装置である。

また、被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出ステップと、該被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する外形形状認識ステップと、を有する特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出しているので、撮影部位を認識するために有効な特徴量を抽出することができる。

（２）前記外形形状認識手段は、前記被写体領域の境界の位置変化を用いる、（１）記載の画像処理装置である。

前記外形形状認識ステップは、前記被写体領域の境界の位置変化を用いる、（１）記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する際に、被写体領域の境界の位置変化を調べているので、よ

り詳細な特徴量を抽出することができる。

(3) 前記外形形状認識手段は、前記被写体領域の境界を検出する領域境界点検出手段と、該領域境界点検出手段によって検出された複数の領域境界点から、前記被写体領域の境界の位置変化量を算出する位置変化量算出手段と、前記位置変化量算出手段によって算出された位置変化量から、外形形状を特定する形状特定手段を有し、前記領域境界点検出手段は、画像を水平または垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他端まで順に走査する複数の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含まれるとともに、該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合、該注目画素を領域境界点として抽出し、前記位置変化量算出手段は、全てまたは任意の複数の領域境界点について、隣接する他の領域境界点との位置変化量を求め、前記形状特定手段は、複数の前記位置変化量から予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定する、(2) 記載の画像処理装置である。

また、前記外形形状認識ステップは、前記被写体領域の境界を検出する領域境界点検出ステップと、該領域境界点検出ステップによって検出された複数の領域境界点から、前記被写体領域の境界の位置変化量を算出する位置変化量算出ステップと、前記位置変化量算出ステップによって算出された位置変化量から、外形形状を特定する形状特定ステップを有し、前記領域境界点検出ステップは、画像を水平または垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他端まで順に走査する複数の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含まれるとともに、該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合、該注目画素を領域境界点として抽出し、前記位置変化量算出ステップは、全てまたは任意の複数の領域境界点について、隣接する他の領域境界点との位

置変化量を求め、前記形状特定ステップは、複数の前記位置変化量から予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定する、(2) 記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する際に、外形形状を正しく把握することができるため、より詳細な特徴量を抽出することができる。

(4) 前記位置変化量は、隣接する領域境界点間の距離である、(3) 記載の画像処理装置である。

また、前記位置変化量は、隣接する領域境界点間の距離である、(3) 記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する際に、外形形状を正しく把握することができるため、より詳細な特徴量を抽出することができる。

(5) 前記位置変化量は、隣接する領域境界点間の水平または垂直方向の一方または両方の座標値の変化量である、(3) 記載の画像処理装置である。

また、前記位置変化量は、隣接する領域境界点間の水平または垂直方向の一方または両方の座標値の変化量である、(3) 記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する際に、外形形状を正しく把握することができるため、より詳細な特徴量を抽出することができる。

(6) 前記外形形状認識手段は、前記被写体領域の局所的な領域幅を用いる、(1) 記載の画像処理装置である。

また、前記外形形状認識ステップは、前記被写体領域の局所的な領域幅を用いる、

(1) 記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する際に、被写体領域の局所的な領域幅を調べることにより、より詳細な特徴量を抽出することができる。

(7) 前記外形形状認識手段は、前記被写体領域の境界を検出する領域境界点検出手段と、該領域境界点検出手段によって検出された複数の領域境界点から、前記被写体領域の局所的な領域幅を算出する領域幅算出手段と、該領域幅算出手段によって算出された領域幅から、外形形状を特定する形状特定手段と、を有し、前記領域境界点検出手段は、画像を水平または垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他端まで順に走査する複数の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含まれるとともに、該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合、該注目画素を領域境界点として抽出し、前記領域幅算出手段は、前記領域境界点のうち、同一の前記走査線上にある複数の領域境界点間の距離を領域幅として、複数の前記走査線毎に算出し、前記形状特定手段は、複数の前記走査線毎の領域幅から、予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定する、(6) 記載の画像処理装置である。

また、前記外形形状認識ステップは、前記被写体領域の境界を検出する領域境界点検出ステップと、該領域境界点検出ステップによって検出された複数の領域境界点から、前記被写体領域の局所的な領域幅を算出する領域幅算出ステップと、該領域幅算出ステップによって算出された領域幅から、外形形状を特定する形状特定ステップと、を有し、前記領域境界点検出ステップは、画像を水平または垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他端まで順に走査する複数の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含



まれるとともに、該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合、該注目画素を領域境界点として抽出し、前記領域幅算出ステップは、前記領域境界点のうち、同一の前記走査線上にある複数の領域境界点間の距離を領域幅として、複数の前記走査線毎に算出し、前記形状特定ステップは、複数の前記走査線毎の領域幅から、予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定する、(6)に記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を調べて特徴量を抽出する際に、局所的な領域幅を正しく把握することができるため、より詳細な特徴量を抽出することができる。

(8) 前記外径形状認識手段により得られた特徴量を用いて、放射線画像における被写体の部位または体位を認識する、(1)乃至(7)のいずれかに記載の画像処理装置である。

また、前記(1)乃至(7)の特徴抽出方法によって得られた特徴量を用いて、放射線画像における被写体の部位または体位を認識する、ことを特徴とする被写体認識方法である。

これらの発明では、外形形状に基づく特徴量を利用することにより、放射線画像における被写体の部位、および体位を正確に認識することができる。

(9) 被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域の外形と、画像端もしくは照射野端との接触度合を調べ、該接触度合から特徴量を抽出する被写体領域端調査手段と、を有する画像処理装置である。

また、被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に

対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出ステップと、該被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域の外形と、画像端もしくは照射野端との接触度合を調べ、該接触度合から特徴量を抽出する被写体領域端調査ステップと、を有する特徴抽出方法である。

これらの発明では、外形形状と画像端もしくは照射野端との接触度合を調べ、この接触度合から特徴量を抽出しているため、撮影部位を認識するために有効な特徴量を抽出することができる。

(10) 前記被写体領域端調査手段によって得られた特徴量を用いて、放射線画像における被写体の部位または体位を認識する、(9)記載の画像処理装置である。

また、前記(9)の特徴抽出方法によって得られた特徴量を用いて、放射線画像における被写体の部位または体位を認識する、ことを特徴とする被写体認識方法である。

これらの発明では、外形形状と画像端もしくは照射野端との接触度合に基づく特徴量を利用することにより、放射線画像における被写体の部位および体位をより正確に認識することができる。

(11) 前記(1)乃至(7)のいずれかの画像処理装置の外径形状認識手段により得られた特徴量と、前記(9)の被写体領域端調査手段によって得られた特徴量とを用いて、放射線画像における被写体の部位または体位を認識する、画像処理装置である。

また、前記(1)乃至(7)のいずれかの特徴抽出方法によって得られた特徴量と、前記(9)の特徴抽出方法によって得られた特徴量とを用いて、放射線画像における被写体の部位または体位を認識する、被写体認識方法である。

これらの発明では、外形形状に基づく特徴量と、外形形状と画像端もしくは照射

野端との接触度合に基づく特徴量との、２種類の特徴量を利用（併用）することにより、放射線画像における被写体の部位および体位をより一層正確に認識することができる。

また、第１の目的を達成する本発明は、放射線撮影において、被写体の撮影部位を自動認識するための特徴量の抽出方法で、被写体領域を抽出した後、被写体領域内の信号変化の分布状況を調べ、特徴的なパターンを検出する。検出されたパターンを特徴量として抽出し、その特徴量を利用することにより、被写体の撮影部位および体位を正しく認識することができる。

より具体的には、以下の（１２）から（１８）に記載の通りである。

（１２）被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像上の任意の画素について、その近傍画素との信号変化を検出する信号変化抽出手段と、該信号変化抽出手段によって得た信号変化の空間分布および強度分布から一乃至複数のパターンを検出するパターン検出手段と、該パターン検出手段で検出されたパターンに基づいて特徴量を抽出する特徴量抽出手段と、を有する画像処理装置である。

また、被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像上の任意の画素について、その近傍画素との信号変化を検出する信号変化抽出ステップと、該信号変化抽出ステップによって得た信号変化の空間分布および強度分布から一乃至複数のパターンを検出するパターン検出ステップと、該パターン検出ステップで検出されたパターンに基づいて特徴量を抽出する特徴量抽出ステップと、を有する特徴抽出方法である。

これらの発明では、撮影部位を認識するために有効な特徴量を抽出することができる。

(13) 被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化を検出する信号変化抽出手段と、該信号変化抽出手段によって得た信号変化の空間分布および強度分布から一乃至複数のパターンを検出するパターン検出手段と、該パターン検出手段で検出されたパターンに基づいて特徴量を抽出する特徴量抽出手段と、を有する画像処理装置である。

また、被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出ステップと、該被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化を検出する信号変化抽出ステップと、該信号変化抽出ステップによって得た信号変化の空間分布および強度分布から一乃至複数のパターンを検出するパターン検出ステップと、該パターン検出ステップで検出されたパターンに基づいて特徴量を抽出する特徴量抽出ステップと、を有する特徴抽出方法である。

これらの発明では、被写体領域内の信号変化のみを調べることにより、照射野外の不要な情報に惑わされることなく、より正確な特徴量を抽出することができる。

(14) 前記信号変化抽出手段は、近傍画素間の一次微分値に基づいた変化量を抽出する、(12)または(13)のいずれかに記載の画像処理装置である。

また、前記信号変化抽出ステップは、近傍画素間の一次微分値に基づいた変化量を抽出する、(12)または(13)のいずれかに記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、信号変化量に一次微分値を用いることにより、局所的な信号変化を正確に把握することができ、より正確な特徴量を抽出することができる。

(15) 前記信号変化抽出手段は、近傍画素間の二次微分値に基づいた変化量を抽出する、(12) または (13) のいずれかに記載の画像処理装置である。

また、前記信号変化抽出ステップは、近傍画素間の二次微分値に基づいた変化量を抽出する、(12) または (13) のいずれかに記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、信号変化量に二次微分値を用いることにより、局所的な信号変化を正確に把握することができ、より正確な特徴量を抽出することができる。

(16) 前記パターン検出手段は、前記放射線画像を複数の領域に分割し、該分割された各領域内に存在する、前記信号変化抽出手段で得られた、近傍画素間の信号変化量が所定の値以上となる画素について、その信号変化の空間的な傾き方向が略同一となる画素毎に個数を集計し、該集計結果に基づいてパターンを検出する、ことを特徴とする (12) 乃至 (15) のいずれかに記載の画像処理装置である。

また、前記パターン検出ステップは、前記放射線画像を複数の領域に分割し、該分割された各領域内に存在する、前記信号変化抽出ステップで得られた、近傍画素間の信号変化量が所定の値以上となる画素について、その信号変化の空間的な傾き方向が略同一となる画素毎に個数を集計し、該集計結果に基づいてパターンを検出する、(12) 乃至 (15) のいずれかに記載の特徴抽出方法である。

これらの発明では、近傍画素間の信号変化量が所定以上の大きさを有する画素についてのみ、その信号変化の方向を加味して局所的な集計を行い、その集計結果を用いることにより、放射線画像に含まれる特徴的なパターンを検出することができ、より正確な特徴量を抽出することができる。

(17) 前記パターン検出手段は、前記信号変化抽出手段で得られた近傍画素間の信号変化量が所定の値以上であり、かつ信号変化の空間的な傾き方向が略同一である画素が所定数以上一方向に連続している場合に、該画素の連続を一つのパター

ンとして検出する、(12)乃至(15)のいずれかに記載の画像処理装置である。

また、前記パターン検出ステップは、前記信号変化抽出ステップで得られた近傍画素間の信号変化量が所定の値以上であり、かつ信号変化の空間的な傾き方向が略同一である画素が所定数以上一方向に連続している場合に、該画素の連続を一つのパターンとして検出する、(12)乃至(15)のいずれかに記載の特徴抽出方法である。これらの発明では、近傍画素間の信号変化量が所定以上の大きさであり、かつその信号変化の方向が略同一な画素の連続性を調べることにより、放射線画像に含まれる特徴的なパターンを検出することができ、より正確な特徴量を抽出することができる。

(18) 前記(12)乃至(17)のいずれかの特徴抽出方法によって得られた特徴量を用いて、放射線画像における被写体の部位または撮影方向を認識する、ことを特徴とする画像処理装置である。

また、前記(12)乃至(17)のいずれかの特徴抽出方法によって得られた特徴量を用いて、放射線画像における被写体の部位または撮影方向を認識する、被写体認識方法である。

これらの発明では、信号変化に基づく特徴量を利用することにより、放射線画像における被写体の部位および体位を正確に認識することができる。

また、第1の目的を達成する本発明は、放射線撮影において、被写体の撮影部位および方向を認識するために必要な特徴量の抽出において、あるカテゴリーに属する特徴量と、他のカテゴリーに属する特徴量とを組み合わせ、有りえない組み合わせのときには、一方または双方の特徴量を誤って検出されたものとみなすことにより、被写体の部位、方向認識の精度を向上する。

より具体的には、以下の(19)～(23)の通りである。

(19) 被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体の撮影部位または撮影方向を特定するために使用する特徴量を抽出する複数の特徴抽出手段と、前記複数の特徴抽出手段から得られた複数の特徴量の組み合わせにより、該特徴量の正誤判定を行う特徴量正誤判定手段と、を有する画像処理装置である。

また、被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体の撮影部位または撮影方向を特定するために使用する特徴量を抽出する複数の特徴抽出ステップと、前記複数の特徴抽出ステップから得られた複数の特徴量の組み合わせにより、該特徴量の正誤判定を行う特徴量正誤判定ステップと、を有する特徴量正誤判定方法である。

これらの発明では、放射線画像に対して被写体の撮影部位または撮影方向を特定するために使用する特徴量を複数の特徴抽出ステップで抽出し、前記複数の特徴抽出ステップから得られた複数の特徴量の組み合わせによる特徴量正誤判定ステップで該特徴量の正誤判定を行うようにしている。

このようにして複数の特徴量の組み合わせにより、特徴の正誤判定を行うことによって、撮影部位または方向を精度良く認識することができる。

(20) 被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段を有し、前記被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域から複数の特徴量を抽出する、(19)の画像処理装置である。

また、被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出ステップを有し、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域から複数の特徴量

を抽出する、（１９）記載の特徴量正誤判定方法である。

これらの発明では、放射線画像に対して被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出ステップを有し、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域から複数の特徴量を抽出するようにしている。

このようにして画像から被写体領域だけを抽出して特徴量を調べることにより、照射野外の不要な信号に惑わされなくなり、さらに精度良く撮影部位または方向を認識することができる。

（２１）前記複数の特徴量抽出手段は、前記被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から特徴量を抽出するエッジ特徴量抽出手段と、前記被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域の外形形状から特徴量を抽出する外形特徴量抽出手段とを有する、

（２０）記載の画像処理装置である。

また、前記複数の特徴量抽出ステップは、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から特徴量を抽出するエッジ特徴量抽出ステップと、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域の外形形状から特徴量を抽出する外形特徴量抽出ステップとを有する、（２０）記載の特徴量正誤判定方法である。

これらの発明では、前記複数の特徴量抽出ステップは、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から特徴量を抽出し、抽出された被写体領域の外形形状から特徴量を抽出するようにしている。

このようにして被写体の外形形状、およびエッジパターンを特徴量としてその組合せで正誤判定を行うことにより、被写体の輪郭と内部構造を調べた結果が矛盾す



ることがなくなり、精度良く撮影部位または方向を認識することができる。

(22) 前記エッジ特徴量抽出手段は、前記被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化量が、所定の条件を満たす画素を抽出するエッジ検出手段と、前記エッジ検出手段によって抽出された画素の空間分布に基づいて被写体の特徴量を抽出するエッジパターン検出手段とを有する、(21)記載の画像処理装置である。

また、前記エッジ特徴量抽出ステップは、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化量が、所定の条件を満たす画素を抽出するエッジ検出ステップと、前記エッジ検出ステップによって抽出された画素の空間分布に基づいて被写体の特徴量を抽出するエッジパターン検出ステップとを有する、(21)記載の特徴量正誤判定方法である。

これらの発明では、前記エッジ特徴量抽出ステップは、前記被写体領域抽出ステップによって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化量が、所定の条件を満たす画素を抽出し、抽出された画素の空間分布に基づいて被写体の特徴量を抽出するようにしている。

このようにしてエッジパターンから被写体の特徴をより良く示す特徴量を抽出することにより、他の特徴量との組み合わせによる正誤判定の精度を向上させることができる。

(23) 前記外形特徴量抽出手段は、前記被写体領域の境界を検出する領域境界点検出手段と、前記領域境界点検出手段によって検出された複数の領域境界点から、前記被写体領域の境界の位置変化量を算出する位置変化量算出手段と、前記位置変化量算出手段によって算出された位置変化量から外形形状を特定する形状特定手

段とを有し、前記領域境界点検出手段は、画像を水平もしくは垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他方の画像端まで順に走査する複数の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含まれるとともに該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合には該注目画素を領域境界点として抽出し、前記位置変化量算出手段は、全てまたは任意の複数の領域境界点について、隣接する他の領域境界点との位置変化量を求め、前記形状特定手段は、複数の前記位置変化量から予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定する、(21)記載の画像処理装置である。

また、前記外形特徴量抽出ステップは、前記被写体領域の境界を検出する領域境界点検出ステップと、前記領域境界点検出ステップによって検出された複数の領域境界点から、前記被写体領域の境界の位置変化量を算出する位置変化量算出ステップと、前記位置変化量算出ステップによって算出された位置変化量から外形形状を特定する形状特定ステップとを有し、前記領域境界点検出ステップは、画像を水平もしくは垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他方の画像端まで順に走査する複数の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含まれるとともに該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合には該注目画素を領域境界点として抽出し、前記位置変化量算出ステップは、全てまたは任意の複数の領域境界点について、隣接する他の領域境界点との位置変化量を求め、前記形状特定ステップは、複数の前記位置変化量から予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定する、(21)記載の特徴量正誤判定方法である。

これらの発明では、前記外形特徴量抽出ステップは、画像を水平もしくは垂直方向の一方または両方について、画像の一端から他方の画像端まで順に走査する複数

の異なる走査線を用い、各走査線上のある注目画素について、該注目画素が前記被写体領域に含まれるとともに該注目画素の任意の近傍画素が前記被写体領域に含まれない場合には該注目画素を領域境界点として抽出し、全てまたは任意の複数の領域境界点について、隣接する他の領域境界点との位置変化量を求め、複数の前記位置変化量から予め準備した複数のパターンに分類することにより外形形状を特定するようにしている。

このようにして被写体の外形形状から被写体の特徴をより良く示す特徴量を抽出することにより、他の特徴量との組み合わせによる正誤判定の精度を向上させることができる。

次に、第2の目的を達成させるために、この発明は、以下の様に構成した。

(24) 被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域の外形形状を認識する外形形状認識手段と、該外形形状認識手段により得た外形形状から、被写体の撮影方向を判別する撮影方向判別手段を有する撮影方向判定装置。

被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し被写体が撮影されている被写体領域を被写体領域抽出手段によって抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を認識する外形形状認識手段によって得た外形形状から被写体の撮影方向を撮影方向判別手段によって判別することを特徴とする撮影方向判定方法。

この(24)の発明によると、被写体の外形形状を利用することにより、撮影方向を精度良く判定することが出来る。

(25) 被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像

に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から、所定の条件を満たす画素を抽出する信号変化抽出手段と、該信号変化抽出手段によって抽出された画素の空間分布に基づいて被写体の撮影方向を判別する撮影方向判別手段を有する撮影方向判定装置。

被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し被写体が撮影されている被写体領域を被写体領域抽出手段によって抽出し、抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から、所定の条件を満たす画素を信号変化抽出手段によって抽出し、該信号変化抽出手段によって抽出された画素の空間分布に基づいて被写体の撮影方向を撮影方向判別手段によって判別する撮影方向判定方法。

この（２５）の発明によると、近傍画素間での信号変化が所定の条件を満たす画素の空間分布を調べることにより、被写体内に含まれる骨部と軟部のエッジ等を把握できる、かつ被写体のそれらの位置がわかるため、撮影方向を精度良く判定することが出来る。

（２６）被写体を透過した放射線量を検し、その検出量に対応した放射線画像に対し、被写体が撮影されている被写体領域を抽出する被写体領域抽出手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域の外形形状を認識する外形形状認識手段と、該被写体領域抽出手段によって抽出された被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から、所定の条件を満たす画素を抽出する信号変化抽出手段と、該外形形状認識手段により得た外形形状情報、および前記信号変化抽出手段で抽出された画素の空間分布それぞれに基づいて被写体の撮影方向を判別する撮影方向判別手段を有する撮影方向判定装置。

被写体を透過した放射線量を検出し、その検出量に対応した放射線画像に対し被写体が撮影されている被写体領域を被写体領域抽出手段によって抽出し、抽出された被写体領域の外形形状を外形形状認識手段によって認識するとともに、該被写体領域に含まれる任意の画素について、その近傍画素との信号変化から、所定の条件を満たす画素を信号変化抽出手段によって抽出し、前記外形形状認識手段により得た外形形状、および前記信号変化抽出手段で抽出された画素の空間分布のそれぞれに基づいて被写体の撮影方向を撮影方向判別手段によって判別する撮影方向判定方法。

この（２６）の発明によると、被写体の外形形状、および信号変化が所定の条件を満たす画素の空間分布の両方を調べることにより、さらに精度良く撮影方向を認識することが出来る。

（２７）前記撮影方向判別手段は、前記外形形状情報からの判別結果、および前記空間分布からの判別結果からのいずれか一方でも被写体が側面方向から撮影されたと判別された場合、撮影方向は側面方向と判別する（２６）に記載の撮影方向判定装置。

前記撮影方向判別手段が、前記外形形状からの判別結果、および前記空間分布からの判別結果からのいずれか一方でも被写体が側面方向から撮影されたと判別された場合、撮影方向は側面方向と判定する（２６）に記載の撮影方向判定方法。

この（２７）の発明によると被写体の外形形状、および信号変化が所定の条件を満たす画素の空間分布の両方を調べ、どちらか一方でも側面方向と判定されれば、側面方向から撮影されたと判定することにより、さらに精度良く撮影方向を認識することが出来る。

（２８）前記撮影方向判別手段は、前記外形形状情報からの判別結果、および前

記空間分布からの判別結果からの双方とも被写体が側面方向から撮影された判別された場合、撮影方向は側面方向と判別する（26）に記載の撮影方向判定装置。

前記撮影方向判別手段が、前記外形形状からの判別結果、および前記空間分布からの判別結果からの双方とも被写体が側面方向から撮影された判別された場合、撮影方向は側面方向と判定する（26）に記載の撮影方向判定方法。

この（28）の発明によると被写体の外形形状、および信号変化が所定の条件を満たす画素の空間分布の両方を調べ、双方とも側面方向と判定されれば、側面方向から撮影されたと判定することにより、さらに精度良く撮影方向を認識することが出来る。

（29）前記外形形状認識手段は、前記被写体領域と被写体領域外との境界線が、凹状、または凸状に変化する部分を認識する（24）または（26）乃至（28）の撮影方向判定装置。

前記外形形状認識手段は、前記被写体領域と被写体領域外との境界線が、凹状、または凸状に変化する部分を認識する（24）または（26）乃至（28）の撮影方向判定方法。

この（29）の発明によると前記外形形状認識手段は、前記被写体領域と被写体領域外との境界線が、凹状、または凸状に変化する部分を認識することにより、被写体の外形形状を容易に把握することができ、その結果として精度良く撮影方向を判定することが出来る。

（30）前記信号変化抽出手段は、被写体領域内の任意の画素について近傍画素間で2次微分により信号変化量を算出するとともに、該信号変化量の絶対値が大きい方から順に、被写体領域に含まれる全画素数の5%～40%の画素を抽出する（25）乃至（28）の撮影方向判定装置。

前記信号変化抽出手段は、被写体領域内の任意の画素について近傍画素間で2次微分により信号変化量を算出するとともに、該信号変化量の絶対値が大きい方から順に、被写体領域に含まれる全画素数の5%~40%の画素を抽出する(25)乃至(28)の撮影方向判定方法。

この(30)の発明によると前記信号変化抽出手段は、被写体領域内の近傍画素間の信号変化を2次微分値により評価するとともに、その信号値が大な画素だけを抽出することにより、被写体内の構造を容易に把握することができ、その結果として精度良く撮影方向を認識することが出来る。

ところで、(25)および(26)における「所定の条件」とは、例えば近傍画素間での1次、もしくは2次の差分演算等により求めた差分信号値が、予め定めた閾値より大きな値を有する画素等、エッジ情報を担持すると考えられる条件のことを示す。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は本発明による外形特徴量抽出の実施の形態例の画像処理装置の構成を示す機能ブロック図である。

図2は本発明の実施の形態例の画像処理装置の他の構成を示す機能ブロック図である。

図3(a)~図3(d)は本発明の実施の形態例における被写体領域の抽出の様子を示す説明図である。

図4(a)と図4(b)は本発明の実施の形態例における外形形状認識の様子を示す説明図である。

図5は本発明の実施の形態例における端部の調査の様子を示す説明図である。

図6 (a)～図6 (d)は本発明の実施の形態例における形状特定の様子を示す説明図である。

図7 (a)～図7 (d)は本発明の実施の形態例における形状特定の様子を示す説明図である。

図8は本発明の実施の形態例における形状特定の様子を示す説明図である。

図9は本発明によるエッジ特微量抽出の実施の形態例の画像処理装置の構成と画像処理の流れ(処理フロー)を示す機能ブロック図である。

図10 (a)～図10 (c)は本発明の実施の形態例における近傍画素間の信号変化を求めるためのフィルタ形状を示す説明図である。

図11 (a)～図11 (c)は本発明の実施の形態例におけるエッジ分布の様子を示す説明図である。

図12 (a)～図12 (b)は本発明の実施の形態例におけるエッジ分布の様子を示す説明図である。

図13は本発明による特微量正誤判定の実施の形態例の画像処理装置の構成と画像処理の流れ(処理フロー)を示す機能ブロック図である。

図14は本発明による撮影方向判定の処理の流れの概略図

図15は信号変化大な画素の分布を調べる際の領域区分図

## DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

### I. 外形特微量抽出

まず、図面を参照して本発明による外形特微量抽出の実施の形態例を詳細に説明する。

〈画像処理装置の構成〉



以下、画像処理装置の構成を大まかなブロックである図1または図2に従って説明する。なお、本実施の形態例の画像処理装置の各手段は、ハードウェアやファームウェア、またはソフトウェアで構成することが可能である。このため、各手段の処理手順に沿った機能ブロック図を示す。なお、この機能ブロック図は、画像処理方法の実施の形態例を理解するためのフローチャートとしても用いることができる。なお、図1は本実施の形態例における外形形状を特徴量とする構成例、図2は本実施の形態例における外形形状に加え被写体領域端も特徴量とする第2の構成例である。

#### (1) 放射線画像形成：

図1または図2に示すように、放射線画像形成手段10により照射された放射線量の対数に比例した信号値を有する画像が取得され、縮小画像生成手段20に送られる。

この放射線画像形成手段10としては、前述したFPDを使用したものや、輝尽性蛍光体プレートを読み取って放射線画像を生成する既知の装置を使用することができる。

なお、本実施の形態例においては、放射線の照射量の対数に比例した信号値が得られ、かつ照射量が多くなるほど信号値が高くなるものとする。

以降の処理に必要な時間を短縮するため、縮小画像生成手段20により、原画像からサンプリングをして画素数を縮小させた間引き画像を作成し、この間引き画像を被写体領域抽出手段30へ転送する。

間引き放射線画像は、できるだけ画素数が少ない方が各種処理の計算時間が短縮されて望ましい。しかし、本実施の形態例においては、被写体の特徴が判別できる程の情報量を備えている必要がある。このため、人体各部について等倍の放射線画

像が得られている場合は、1mm平方から5mm平方程度の画素サイズとすることが望ましい。なお、この実施の形態例の説明では、以降の処理は間引き放射線画像を用いて行われるものとする。なお、画像処理装置の処理が十分に高速である場合や、処理時間がかかっても問題ない場合には、間引きをしない放射線画像を判別手段30に転送してもよい。

(2) 被写体領域抽出：

被写体領域抽出手段30が、以下に説明するように被写体領域抽出を行う(図3参照)。

(2 a) 画像を複数の小領域に分割する(図3(a))。

(2 b) 各小領域内毎に、該小領域に含まれる画素信号値の平均信号値をしきい値 $Th1$ としてそれぞれ求める。

(2 c) 各小領域毎に、しきい値 $Th1$ より信号値の低い画素を被写体領域として検出する(図3(b))。

(2 d) 各小領域で得られた被写体領域の平均信号値を求め、しきい値 $Th2$ とする。

(2 e) 画像全体で、しきい値 $Th2$ よりも信号値の低い画素を被写体領域として検出する(図3(c))。

(2 f) 照射野外領域を検出された被写体領域から除くために、照射野外領域の境界線を求め、その境界線と、近い方の画像端までの間を、照射野外領域として取り除く(図3(d))。

(2 g) 照射野外領域の境界線は次のように求める。まず、被写体領域の境界に位置する画素を境界点として検出する。そして、同方向の境界点が多数並ぶ直線を境界候補線として検出する。境界候補線は、任意の2点の境界点から直線の方程式

を計算し、その直線上に存在する境界点の個数が、所定のしきい値 $Th_3$ 以上なら検出する。そして、境界候補線から画像端までの間が、ほぼ被写体領域となっている場合、その境界候補線は、照射野外領域境界線として、画像端までの間の被写体領域を、照射野外領域として取り除く。

上記の(2a)～(2g)の各手段(各ステップ)によって得られた被写体領域を示す被写体領域情報は、縮小画像形成手段20から得られた間引き画像(放射線画像形成手段10から得られた画像を直接用いる場合は原画像)と同サイズの領域表示画像として与えられ、被写体領域外の画素は‘0’、被写体領域に含まれる画素は‘1’、前記照射野外領域境界線(照射野端)上に位置する画素は‘2’の画素値の画素値となるように設定する。

また、被写体領域抽出手段30が被写体領域抽出を行う手法としては、上記(2a)～(2g)以外に、以下の(2h)～(2i)に示す手法も考えられる。

(2h) 特開昭63-259538号公報、特開昭63-244029号公報、特開平5-7579号公報等に記載された手法により、照射野領域を検出した後、照射野領域内の画素信号値のヒストグラムの形状から、放射線が直接照射された領域に相当する信号値を見つけ、それらの信号値に相当する領域を照射野から除外した残りの照射野領域を被写体領域とする。前記放射線の直接照射領域に相当する信号値の検出は、例えば判別分析等の手段により、前記ヒストグラムにおいて直接照射領域を示す高信号領域と、被写体を透過したためそれより低信号となる低信号領域とのしきい値を求め、該しきい値より高信号の領域を直接照射領域とみなすことによって可能である。

(2i) また、ヒール効果や放射線画像形成手段に起因するムラ等による影響を避けるため、前記直接照射領域を除外するためのしきい値の検出は、画像を上下2

分割、左右2分割による4分割する等、複数のブロック化した領域毎に画素信号値ヒストグラムを作成し、前記と同様判別分析等の手段によって行う方法も可能である。

以上の(2h)の手段によって得られた被写体領域を示す被写体領域情報は、縮小画像形成手段20から得られた間引き画像(放射線画像形成手段10から得られた画像を直接用いる場合は原画像)と同サイズの領域表示画像として与えられ、被写体領域外の画素は‘0’、被写体領域に含まれる画素は‘1’、前記照射野外領域境界線(照射野端)上に位置する画素は‘2’の画素値の画素値となるように設定する。

被写体領域が互いに連結することのない、複数の領域からなる場合、このうちの最大の領域のみを抽出する。被写体領域数の算出、および各領域の分類については、例えば従来からよく用いられるラベリング処理等を利用することができる。

こうして被写体領域が複数の領域に分類された場合、各領域に含まれる画素の数をそれぞれカウントし、画素数が最大となる領域のみを改めて被写体領域とし、被写体領域情報を更新する。

このようにして(2a)～(2g)または(2h)、若しくは(2i)で得られた被写体領域情報は、図1の場合は外形形状認識手段40に、図2の場合は外形形状認識手段40および被写体領域端調査手段50へ送られる。

### (3) 外形形状認識(外形特微量抽出)：

外形形状認識手段40(外形特微量抽出手段)が、以下に説明するように外形形状、すなわち上述した(2)で求めた被写体領域の形状の認識を行う(図4参照)。

#### (3-1) 領域境界点検出手段41：

(3-1a) 被写体領域情報を示す領域表示画像に対し、水平方向かつ等間隔に、

画像の一端から他端まで順に走査する複数の異なる走査線を設定する。

(3-1b) 各走査線上で、画像左端から順に1画素ずつ右側へ移動しながら画素値を調べ、画素値が‘0’から‘1’に、または‘2’から‘1’に変わる位置の画素を領域境界点(左)として検出する。その後、今度は同じ走査線上で画像右端から順に1画素ずつ左側へ移動しながら画素値を調べ、画素値が、‘0’から‘1’に、または‘2’から‘1’に変わる位置の画素も領域境界点(右)として検出する。もし、画像端での画素値が‘1’の場合は、その走査線上での画像端の画素を領域境界点とする。検出された各領域境界点は、その座標値と、(左)または(右)のいずれに属するかを示す情報が位置変化量算出手段42、および領域幅算出手段43に送られる。

(3-2) 位置変化量算出手段42：

前記領域境界点検出手段41によって得られた領域境界点について、(左)または(右)のグループ毎に、隣接する領域境界点との水平座標値の差を計算する。

次に、前記水平座標値の差から、前記グループ毎に水平座標について被写体領域形状が‘凸’となる極大点((左)グループなら、水平座標が局所的に最も左側となる点、(右)グループなら水平座標が局所的に最も右側となる点に相当)、被写体領域形状が‘凹’となる極小点((左)グループなら、水平座標が局所的に最も右側となる点、(右)グループなら水平座標が局所的に最も左側となる点に相当)を求める。

また、これら極点(極大点、極小点)についてその近傍での凹凸度合を調べる。極点の位置、および凹凸度合は、以下のように算出する。

以下に説明する方法は、(左)グループ、(右)グループとも同様に利用できるので、片方のグループについてのみ説明する。

### (3-2 a) 極点位置検出:

被写体領域の最上方および最下方に存在する領域境界点以外の領域境界点について、被写体領域上方より順に以下の処理を行う。

当該領域境界点（被写体領域の最上方および最下方に存在する領域境界点以外の領域境界点） $p_0$ とその上方に存在する隣接領域境界点 $p_1$ との水平座標の差分値 $s_1$ を求める。同様にして、当該領域境界点 $p_0$ とその下方に存在する隣接領域境界点 $p_2$ との水平座標の差分値 $s_2$ を求める。

次に、 $s_1 \times s_2$ の符号を調べ、所定の条件を満たす場合、極点を検出する。

$s_1 \times s_2 < 0$  のとき、当該領域境界点 $p_0$ を極点とする。

$s_1 \times s_2 = 0$  のときで、かつ、 $s_j$  ( $j=1, 2$ ) の一方のみ '0' のとき、差分値が '0' である方向（上または下）に対し、 $p_0$ とその近傍に存在する他の領域境界点について、 $p_0$ から離れる方向へ、順番に水平座標の差分値を計算していく。そして最初に差分値が '0' 以外となったとき、改めてその差分値を $s_j$ とする。

そして、もう一度 $s_1 \times s_2$ を計算する。このとき $s_1 \times s_2 < 0$ となれば、前記 $p_0$ と、 $s_j$ が初めて '0' 以外の値となったときの領域境界点の中点を極点とする。

### (3-2 b) 凹凸度合:

ここで、図5を参照して凹凸度合いについて説明する。まず、極点から上方に隣接領域境界点間の水平座標の差分値を順次調べてゆき、その差分値が極点上方近傍での差分値と逆符号となるか、あるいは '0' となる点 $a$ を求める。また同様にして、極点から下方に隣接領域境界点間の水平座標の差分値を順次調べてゆき、その差分値が極点下方近傍での差分値と逆符号となるか、あるいは '0' となる点 $b$ を求める。

このような点 $a$ 、点 $b$ について、極点近傍の差分値と逆符号になる点が見つから

ない場合、被写体が存在している垂直座標のそれぞれ最も上方、下方の点を点 a、点 b とする。

これら点 a、b の水平座標の平均値と当該極点の水平座標の差を、深度（図 5 参照）および点 a、b 間の垂直座標の差を幅（図 5 参照）として、それぞれ極点の凹凸度合を表す指標とする。なお、前記点 a、点 b の求め方として、差分値を基準とする代わりに、水平座標の 2 次微分値を基準としてもよい。ここで、2 次微分値を基準にする場合も、極点近傍の 2 次微分値と逆符号となるか '0' となる点を点 a、点 b とする。

この凹凸度合を調べる際、微小な変化を検出して大局的な変化を誤らないよう、前記差分値を計算する領域境界点間の距離をある程度離す等の工夫をすることが望ましい。例えば、垂直方向（領域境界点を検出する際の走査線と直交する方向）の被写体領域の長さを 10 ～ 30 等分した等分線上にある領域境界点のみを用いたり、隣接する複数の領域境界点の平均水平座標をもとめ、その平均水平座標を基準に前記差分値を求める、等の方法がある。

また、被写体領域と照射野端とが接するところでは、本来の被写体の形状と異なって、凸型の形状となってしまうことがある（図 5 の部分拡大図参照）。そのため、極点が極大点で、かつ被写体領域と照射野端とが接する場合には、この当該極点は検出しなかったものとみなし、深度、幅とも '0' とする。

以上の場合において、被写体領域と照射野端とが接するかどうかの判断は、次のように行う。すなわち、極点近傍かつ上方、または下方のどちらかにある複数の領域境界点において、所定の距離以内（1 画素～3 画素程度）に照射野端を示す、領域表示画像の画素値が '2' となる画素があれば、被写体領域と照射野端は接していると判断する。

以上のようにして求められた極点のうち、凹凸度合の大きいものが外形形状をほぼ代表すると考えられる。そこで前記（左）または（右）のグループ毎に、深度の絶対値が大きいものから順に所定数（1～3個程度が望ましい）だけを抽出し、極点の位置、凹凸のいずれか、深度、幅の情報を1セットとして、位置変化量情報とする。

また上記の被写体の水平方向の位置変化と同様に、垂直方向の位置変化についても極点を求め、それぞれ位置変化量情報として、形状特定手段44へ送られる。

### （3-3）領域幅算出手段43：

領域幅算出手段43では、前記領域境界点のうち、同一の走査線上にある境界点同士の距離を求める。求めた距離は走査線の垂直方向座標値とともに、領域幅情報として、形状特定手段44へ送られる。

### （3-4）形状特定手段44：

形状特定手段44では、得られた位置変化量情報および領域幅情報から、予め準備した複数のパターンに分類することにより、外形形状を特定する。放射線撮影における人体の外形形状は、その被写体となる部位により、異なる特徴を有する。例として図6（a），（b）に示すような頭部画像では、（左）および（右）の各グループから得られた位置変化量情報を画像上端から下端側へ調べていくと、ともに途中で画像左端、および右端に近づくよう変化した後、また画像端から遠ざかるような変化をするため、外形形状を“樽型”と分類できる。また、図6（c），（d）に示すような頭部画像では、逆に途中で一度画像端から遠ざかり、再び画像端に近づくような変化することが分かる。このような場合、外形形状は“砂時計型”と分類できる。

さらに、図7（a），（b）に示すような腹部画像、図7（c），（d）に示す



ような下肢画像については、領域境界点の水平方向の位置変化はあまりなく、ともに外形形状は略矩形であるが、領域幅情報を用いることで、腹部画像は幅が広く、一方下肢画像は幅が狭いことより、それぞれ“正方形型”、“長方形型”と分類できる。

さらに、図8に示すような膝関節画像では、関節部分が途中で折れ曲がった形をしているので、“ブーメラン型”と分類することができる。その他にも、肩関節などでは“扇型”、手指などでは“枝分かれ型”、踵などでは“片凸型”、鎖骨などでは“三角形型”、などといった分類が考えられる。

(3-4 a) 分類例の詳細説明：

前記位置変化量情報および領域幅情報を用いて、被写体の外形を前記に示したような幾つかのパターンのうち、最適と思われる形状に分類する。

(3-4 a①) 樽型分類条件：

例えば、“樽型”と分類するための条件としては、以下のように定義される。

- ・最も幅の広い極点は、(左) (右) とともに凸,
  - ・前記両極点の位置は、それぞれ被写体を上下方向に3等分したときの中心部に存在,
  - ・前記両極点の深度は、ともに被写体左右方向の平均幅の20%以上,
- である。

(3-4 a②) 砂時計型分類条件：

同様に、“砂時計型”と分類するための条件としては、以下のように定義される。

- ・最も幅の広い極点は、(左) (右) とともに凹,
- ・前記両極点の位置は、それぞれ被写体を上下方向に3等分したときの中心部に存在,

・前記両極点の深度の合計が、被写体左右方向の平均幅の20%以上、である。

(3-4 a③) ブーメラン型分類条件：

また、“ブーメラン型”と分類するための条件としては、以下のように定義される。

・最も幅の広い極点は、(左) (右) 一方が凸、他方が凹、  
・前記両極点の深度は、ともに被写体左右方向の平均幅の10%以上、である。

(3-4 a④) 正方形型・長方形型分類条件：

さらに、“正方形型”、あるいは、“長方形型”と分類するための条件としては、以下のように定義される。

・最も深度の深い極点は、(左) (右) とともに被写体左右方向の平均幅の10%未満、であって、

・被写体左右方向の長さとは上下方向の長さの比について、短い方を基準として2倍未満であれば“正方形型”，

・被写体左右方向の長さとは上下方向の長さの比について、短い方を基準として2倍以上であれば“長方形型”，である。

なお、以上の具体例で示した分類条件は、ほんの一例であり、他にも各種考えられる。

(3-4 b)

以上のように、位置変化量情報、および領域幅情報により、外形形状を幾つかのパターンに分類する。分類された結果は、最終的に得られる特徴量として出力され

る。例えば出力結果は、分類結果を表す形状ベクトルSの各要素に関連づけて記憶される。形状ベクトルSは、前記分類結果に対応する要素のみ‘0’以外の値を持つことで表す。例えば、“樽型”、“砂時計型”、“ブーメラン型”、“正方形型”、“長方形型”に対応する要素番号をそれぞれ‘0’、‘1’、‘2’、‘3’、‘4’と設定しておく。そして、分類結果が“樽型”であれば、 $S[0] = 1$ とし、“砂時計型”であれば、 $S[1] = 1$ というように記憶される。このように、この形状ベクトルSが、形状特定手段44からの特徴量として出力される。

#### (3-4c) 分類判別基準：

また、場合によっては単純にどの型とは分類し難いこともある。

そこで候補となり得るパターンに相当する特徴量に対し、重み付けを行ってそれぞれ出力するようにしてもよい。この場合、前記形状ベクトルSのうち、複数の要素に‘0’以外の値を持たせ、各要素の値の合計を一定値（例え‘5’）となるように設定する。そして確信度が高い形状に相当する要素程、大きな値を有するように値を割り振る。

例えば、前記“砂時計型”の判別基準において、深度の条件が少しだけ未達になるような場合、たとえば、被写体左右方向の平均幅に対し、極点の深度の合計が18%しかない等、“正方形（長方形）型”と分類するか“砂時計型”と分類するかは微妙なところである。このような場合、形状ベクトルSの“砂時計型”を表す要素と“正方形（長方形）型”を表す要素ともに値を割り振る。

この場合、値の割り振り例としては、深度の合計が10%以下のときは“正方形（長方形）型”を表す要素 $S[3(4)] = 5$ 、“砂時計型”を表す要素 $S[1] = 0$ とし、前記深度の合計が被写体左右方向の平均幅に対し2%増える毎に $S[3(4)]$ の値を‘1’ずつ減少させ、逆に $S[1]$ 値を‘1’ずつ増加させる。

この“砂時計型”と“正方形（長方形）型”の例以外にも、“樽型”と“正方形（長方形）型”、“正方形型”と“長方形型”、“ブーメラン型”と“正方形（長方形）型”の間などでも、ここに示したのと同様の判別分類基準を適用することができる。

#### （3－5）被写体領域端調査手段50：

さらに、被写体領域と画像端、もしくは照射野端とがどのように接触しているか、ということも被写体を認識する上で有用な情報となる。

例えば、被写体が胸部や腹部を撮影したものである場合、通常使用される撮影装置では、画像を取得できる範囲より人体の方が大きいため、少なくとも画像端もしくは照射野端の上下（または左右）と被写体とが接触することとなる。一方、被写体が手先や足先を撮影したものである場合、被写体が小さいため画像端もしくは照射野端のうち、上下左右のいずれか一端としか接触しない場合がある。

さらに、肩関節等の撮影では被写体が上下左右の画像端もしくは照射野端のうち、隣接する2つの方向とのみ接触し、残りの端部とは殆ど接触しないことが多々ある。

以上のように、被写体領域と画像端、照射野端との接触度合から被写体の撮影部位を特定するための情報を得ることができる。

そこでこの接触度合の情報を得るために、画像端、もしくは照射野端の上下左右の辺毎に被写体と接している画素数をカウントし、各辺毎にその接している画素の合計を求める。接しているかどうかの判断は、画像端、もしくは照射野端と被写体との接触情報、すなわち、接触度合いに基づく特徴量として出力する。

#### （4）特徴量の出力、利用：

（4－1）以上の（3－4）のように、位置変化量情報、および領域幅情報により、外形形状を幾つかのパターンに分類する。分類された結果は、最終的に得られ

る特徴量として出力される（図1参照）。上記のように、この特徴量は被写体の部位を特定するために非常に有用な情報として利用することができる。すなわち、診断に利用する放射線撮影で、撮影対象となる部位が頭部から四肢まで多岐に渡っており、さらに、それぞれによって医師が注目する領域も異なる場合でも、特徴量を正しく抽出して、各撮影部位を正確に認識することが可能になる。

（4-2）また、以上の（3-5）のように、接触度合いによっても、最終的に得られる特徴量が出力される。上記のように、この特徴量は被写体の部位を特定するために非常に有用な情報として利用することができる。すなわち、診断に利用する放射線撮影で、撮影対象となる部位が頭部から四肢まで多岐に渡っており、さらに、それぞれによって医師が注目する領域も異なる場合でも、特徴量を正しく抽出して、各撮影部位を正確に認識することが可能になる。

（4-3）そして、以上の外形形状に基づく特徴量と、外形形状と画像端もしくは照射野端との接触度合に基づく特徴量との、2種類の特徴量を利用（併用）する（図2参照）ことにより、放射線画像における被写体の部位および体位をより一層正確に認識することができる。

上記実施の形態例では、走査を画像の水平方向のみについて行っているが、より正確に形状を特定するためには、垂直方向にも走査を行い、同様に領域境界点を検出した後、位置変化量情報、領域幅情報を求めて形状特定に利用することが望ましい。また、水平と垂直だけでなく、斜め方向の走査を行うようにしてもよい。

被写体の部位、体位をより正確に認識するために、本発明により求めた外形形状に基づく特徴量と、外形形状と画像端もしくは照射野端との接触度合に基づく特徴量との他に、別の手段により求めた他の特徴量と併用することが望ましい。被写体の部位、体位を認識するために利用できる他の特徴量としては、“被写体領域の大

きさ”、“濃度分布”、“濃度変化量の分布”、“被写体領域形状の対称性”、“濃度分布の対称性”等がある。

以上、詳細に説明したように、本実施例では、被写体領域を抽出した後、被写体領域の境界の位置変化、および領域の幅の変化を特徴量として抽出することにより、被写体の外形を特定し、撮影部位を正しく認識することができる。

また、外形形状と画像端もしくは照射野端との接触度合を調べ、この接触度合から特徴量を抽出しているため、撮影部位を認識するために有効な特徴量を抽出することができる。

さらに、外形形状に基づく特徴量と、外形形状と画像端もしくは照射野端との接触度合に基づく特徴量との、2種類の特徴量を利用（併用）することにより、放射線画像における被写体の部位および体位をより一層正確に認識することができる。

このため、放射線画像に対して、撮影された被写体の部位および撮影方向を正しく認識することによって、自動的に最適な階調処理条件を選択し、煩雑な操作無しに診断に最適な画像を自動的に得ることが可能になる。

## II. エッジ特徴量抽出

次に本発明によるエッジ特徴量抽出の実施の形態例を説明する。

骨部と軟部の境界や、肺野の輪郭等では、構造物の組成の差異により、放射線の吸収量が異なるために、その境界を挟んだ領域では大きく画素の信号値が異なる。そのため、近傍画素間の信号変化を調べることにより、これら構造物の存在を把握することができる。

図9に示すように、エッジ特徴量抽出手段50は、エッジ抽出手段51、エッジ集中度計算手段52、エッジパターン認識手段53からなる。

以下順次説明する。

### (5-1) エッジ抽出：

エッジ抽出手段51にて、近傍画素間の信号変化を求める方法としては、1次微分に基づく方法や、2次微分に基づく方法がある。特に2次微分を用いると、単調的な人体の厚み変化等は検出し難くなり、組成の変化をより忠実に捉えられる。そこでこのエッジ抽出手段51では、2次微分に相当する演算処理により、近傍画素間の信号変化を抽出する。

(5-1-a) 前記間引き画像において、被写体領域に含まれる各画素 $P_{x,y}$  ( $x$ ：水平方向座標値、 $y$ ：垂直方向座標値) に対し、図10(a)～(d)に示す4種類の各フィルタを用いて演算処理を実施する。演算結果として得られるエッジ強度情報 $Q_{x,y}$ は、以下のように表される。

$$Q_{x,y} = \max (\sum \sum P_{x+i,y+j} M_{n,i,j})$$

ここで $M_{n,i,j}$ は各フィルタ ( $n=1, 2, 3, 4$ ) の値を表す。

また、 $\max ()$  は、前記各フィルタを用いて演算した結果のうち、絶対値について比較し、最大となる絶対値を $Q_{x,y}$ とすることを示す。

また、 $M_{n,i,j}$ の各画素毎の値は図10に示す各フィルタの個々のマス内に記した数値とする。

さらに、画像端部で上記演算を実施する際、フィルタ値を乗ずるべき画素が画像外となって存在しないときには、その画像外となる画素に、仮想的にそのフィルタ演算の中心画素の値を代入して演算処理を行う。

(5-1-b) さらに、上記演算処理によって、 $\max ()$  で選択されたフィルタに相当する番号 $n$ を、エッジ方向情報 $D_{x,y}$ に、

$$D_{x,y} = n,$$

として各画素毎に記憶する。エッジ方向情報 $D_{x,y}$ は、その画素におけるエッジの

方向を表す指標となる。たとえば $n=1$ のとき、水平方向のエッジとなり、 $n=2$ のときには、垂直方向のエッジを表す。

(5-1-c) 骨部のエッジ等の重要な情報を有する画素では、近傍画素間の信号変化が大きい。そこで上記エッジ強度情報 $Q_{x,y}$ から、エッジ強度の大きな画素だけを抽出することにより、重要なエッジ情報を得ることができる。

そこで、上記 $Q_{x,y}$ の値を画像全体で集計し、各画素について $Q_{x,y}$ の値が大きい方から全体の $\alpha\%$ に属するか否かを判別し、その結果をエッジ選択情報 $L_{x,y}$ に保存する。ここで、 $L_{x,y}$ は、以下の値で表される。

- $L_{x,y}=1,$

( $Q_{x,y}$ が値の大きい方から順に、全体の $\alpha\%$ 以内の場合)

- $L_{x,y}=0,$

( $Q_{x,y}$ が値の大きい方から順に、全体の $\alpha\%$ 以内でない場合)

上記の $\alpha\%$ は、必要なエッジ情報を正しく得るために $5\% \sim 40\%$ であることが望ましい。

また比較的、被写体が小さい程その中に含まれる骨部領域が増えると考えられるので、上記 $\alpha$ の値は、被写体領域の大きさにより変更し、被写体領域が小さいほど $\alpha$ の値は大きくなるようにすることが望ましい。被写体領域の大きさは、前記領域表示画像において、画素値‘1’の画素数の総計を求めることにより評価できる。

この手段において得られたエッジ方向情報 $D_{x,y}$ 、エッジ選択情報 $L_{x,y}$ およびエッジ強度情報 $Q_{x,y}$ は、それぞれ信号変化情報としてエッジ集中度計算手段52へ送られる。

(5-2) エッジ集中度計算： エッジ集中度計算手段52では、得られたエッジ方向情報 $D_{x,y}$ 、エッジ選択情報 $L_{x,y}$ 、エッジ強度情報 $Q_{x,y}$ から、エッジの連



続性、集中度を調べる。

人体を放射線撮影すると、その被写体となる部位、及び撮影方向により、特徴的なパターンを有する。例として図11(a)に示す脚部画像のような四肢骨が被写体となっている場合、骨の境界線に沿って、比較的強度が大きく、また境界線に直交する方向の成分を有するエッジが連続して存在することになる。このような同方向の連続したエッジは、肺野の輪郭や、顎骨のエッジ等にも現れる。

また図11(b)に示す腰椎画像のように、脊椎を主な被写体とする場合には、脊椎が小さな骨の集合であるために、脊椎部分に強度の大きなエッジが集中するものの、それらエッジの方向には統一性が無い。

そこで、以下に示すよう、

“連続した同方向エッジ”（四肢骨、肺野輪郭等に現れる）、

“方向性のないエッジ集中線”（脊椎部分に現れる）、

といったエッジの連続性や集中度を求めることにより、被写体の部位を認識するために有用な情報を得ることができる。

(5-2-a) 連続した同方向エッジの抽出：

(5-2-a-1)  $L_{x,y}=1$ である注目画素  $I_{x,y}$ において、 $D_{x,y}$ に示されるエッジ方向と直交する方向の両隣接画素  $I_{i,j}$ 、 $I_{k,l}$ について、同方向のエッジ成分を持ち、かつ  $I_{x,y}$ と同様に  $L_{i,j}=1$ 、 $L_{k,l}=1$ であるとき、 $L_{x,y}$ の値を‘1’増加する。

(5-2-a-2) 次に、 $L_{x,y}=2$ である注目画素  $J_{x,y}$ について、上記(5-2-a-1)と同様、 $D_{x,y}$ に示されるエッジ方向と直交する方向の両隣接画素  $J_{i,j}$ 、 $J_{k,l}$ について、同方向のエッジ成分を持ち、かつ  $J_{x,y}$ と同様に  $L_{i,j}=2$ 、 $L_{k,l}=2$ であるとき、 $L_{x,y}$ の値をさらに、‘1’増加する。

(5-2-a-3)

そして、上記 (5-2-a-2) の処理をさらに  $m$  回繰り返す。すると、 $(m+2)$  個以上連続して同方向かつ一定以上の強度を有するエッジが連続していると、その連続したエッジの中心の画素において、 $L_{x,y}=m+1$  となる。そこで、予め設定したしきい値  $Thd1$  と、任意の画素について  $L_{x,y}$  の値を比較し、

$$L_{x,y} > Thd1 \quad \cdots \textcircled{1}$$

となるとき、“連続した同方向エッジ” というパターンを抽出する。

ここで、しきい値  $Thd1$  は、被写体の実寸で約  $5 \sim 20$  cm に相当する値となることが望ましい。

ここで抽出されたパターンは、配列  $A1[u]$  ( $u=0, 1, \dots$ ) に、そのパターンの中心画素の座標値 (上記①式を満たす画素の座標値、近接して複数存在するときはそのうちどれか 1 画素の値) として記憶される。また、抽出されたパターンの個数は、配列  $B[v]$  の  $v=0$  の要素に記憶される。

また、処理における計算時間を短縮するため、以上の (5-2-a-1)  $\sim$  (5-2-a-3) に示した方法の代わりに、以下に説明する方法をとってもよい。

(5-2-a-4) 画像を複数の小領域に分割する。個々の小領域は、 $3 \times 3$  画素  $\sim 10 \times 10$  画素程度が望ましい。

(5-2-a-5) 各小領域毎に、当該小領域に含まれる画素について  $L_{x,y}=1$  となる画素数を、 $D_{x,y}$  に示されるエッジ方向毎に集計し、 $C_n$  ( $n=1, 2$ ) に記憶する。ここで  $n$  は、上記  $D_{x,y}$  が有するエッジ方向の指標と同一とする。

(5-2-a-6) 以上の (5-2-a-5) の集計結果に基づき、任意の小領域について、ある特定方向  $m$  ( $m=1, 2$ ) のエッジ成分数  $C_m$  が多数を占め、かつ一定以上の値を有すると共に、同様の小領域が近接して複数存在するとき、それら小領域中に“連続した同方向エッジ” というパターンが含まれるとする。

この場合、上記配列A 1 には、当該小領域に含まれる任意の画素（例：領域の中心、 $L_{x,y}=1$  を満たす画素の重心）を記憶する。

(5-2-a-7) さらに、上記 (5-2-a-1) ～ (5-2-a-3) の方法と、(5-2-a-4) ～ (5-2-a-6) の方法とを融合し、(5-2-a-1) ～ (5-2-a-3) で求めた  $L_{x,y} > a$  ( $a$  : 0 より大きな任意の値) が多数存在する小領域に、“連続した同方向エッジ”、というパターンが含まれるとしてもよい。

(5-2-b) 方向性の無いエッジ集中線の抽出：

(5-2-b-1) まず、画像を複数の小領域に分割する。個々の小領域は、 $3 \times 3$  画素～ $10 \times 10$  画素程度が望ましい。

(5-2-b-2) 分割した各小領域毎に、当該小領域に含まれる画素について  $L_{x,y}=1$  となる画素数を、 $D_{x,y}$  に示されるエッジ方向毎に集計し、 $C_n$  ( $n=1, 2$ ) に記憶する。ここで  $n$  は、上記  $D_{x,y}$  が有するエッジ方向の指標と同一とする。また、各  $C_n$  の合計を  $C_0$  に記憶する。

(5-2-b-3) 以上の記憶の  $C_0$  が予め定めたしきい値  $Thd_2$  より大きな値となる小領域が、直線的に連続して  $Thd_3$  個以上存在するとき、それらの小領域を抽出する。

(5-2-b-4) 以上の (5-2-b-3) で抽出された各小領域毎の  $C_n$  を、 $n$  の値毎に集計し、特定方向のみのエッジ成分が多くなければ、それら抽出された小領域が示す部分に、“方向性のないエッジ集中線”というパターンを検出する。

抽出されたパターンは、配列A 2 に、上記抽出された小領域のうち、両端部に存在する小領域内の特定画素の座標値をそれぞれ記憶する。また、配列B [ $v$ ] の  $v=1$  の要素に、‘1’ という値が記憶される。“方向性のないエッジ集中線”が検出できないときは、 $B[1]=0$  とする。

(5-2-b-5) 上記 (5-2-a-6) や (5-2-b-4) において、複数のエッジ方向成分のうち、特定方向のエッジ方向成分が多いかどうか判別するための手段としては、 $\chi$  自乗検定のような統計的方法や、特定方向成分の数が全体数のうち一定の割合以上を占めるかどうか、といった単純な判定による方法がある。

### (5-3) 特徴量の抽出：

前記エッジ集中度計算手段 5 2 によって得られたパターンに基づいて、エッジパターン認識手段 5 3 によって特徴量を抽出することができる。単純には、上記 A 1、A 2、B の値をそのまま特徴量として抽出してもよい。

しかし、検出されたパターンの数や位置の組み合わせを考慮することによって、より有意義な特徴量を抽出することができる。

たとえば、四肢骨のように比較的長さのある骨の場合、骨の両サイドについて“連続した同方向エッジ”のパターンが検出される。そこで、“連続した同方向エッジ”が、近接して略平行に 2 本存在するとき、エッジパターンをたとえば“長い骨”として抽出する。

また一方、頸椎では、顎骨の輪郭で“連続した同方向エッジ”が 1 本だけ存在する。さらに胸部では、肺野の輪郭で“連続した同方向エッジ”が検出され、それらは離れた位置に存在することとなる。そこでエッジパターンを“輪郭”として抽出する。さらにその抽出された“連続した同方向エッジ”の本数や、被写体の長手方向に対する向き等で分類してもよい。

さらに、腰椎等では、“方向性の無いエッジ集中線”が脊椎部分で検出できるので、“方向性の無いエッジ集中線”があるとエッジパターンを“脊椎”とする。これに加え、被写体領域中に占める“方向性の無いエッジ集中線”の位置でパターン进行分类してもよい。この“長い骨”や“輪郭”、“脊椎”といった分類結果は、形

状ベクトルSと同様なエッジパターンベクトルEに記憶される。

このようにして、たとえば、“連続した同方向エッジ”のパターンが図11(a)のように画像中心付近に存在するときは、特定の四肢骨(図11(a)では下腿骨)を撮影したものと判別できる。

また、図12(a)のようにパターンが離れて複数存在するときには、それら個々のパターンの存在位置毎に四肢骨のような比較的大きな骨が存在すると考えられる。すなわち、それら比較的大きな骨を連結する関節も撮影されていることがわかる。

さらに、“方向性のないエッジ集中線”と、“連続した同方向エッジ”が直交するように存在すると、図12(b)のように頸椎である可能性が高いと考えられる。

以上のように、検出したパターンの組み合わせにより、直接的に被写体を識別することも可能となる。そこで特徴量として、上記パターンの組み合わせ毎に、異なる値Eを付与して、その組み合わせを識別可能とし、Eを特徴量として抽出することがより望ましい。

放射線撮影においては、人体への不要な曝射を避けるため、照射野絞りと呼ばれる放射線遮蔽板を用いることが多々存在する。このような場合、画像上に照射野絞りのエッジによる直線的なエッジが存在することとなり、上述した“連続した同方向エッジ”の抽出の際、非常に紛らわしく、誤認識の原因ともなる。

そこで上記信号変化の分布による特徴量を、より正確に求めるためには、外形特徴量抽出において説明したように、まず画像から被写体が撮影されている“被写体領域”を抽出し、その被写体領域に含まれる画素だけを用いて上記のようなパターンを検出する処理を行うことが望ましい。

被写体の撮影部位、方向をより正確に認識するために、本発明の実施の形態例に

より求めた信号変化の分布状況による特徴量の他、別の手段により求めた他の特徴量と併用することも望ましい。被写体の撮影部位や方向を認識するために利用できる他の特徴量としては、“被写体領域の大きさ”、“濃度分布”、“被写体領域の外形形状”、“被写体領域形状の対象性”、“濃度分布の対称性”、等がある。

上述した実施の形態例の説明では、二次微分に基づいた信号変化量の抽出およびそれを利用したパターン認識と特徴抽出について説明したが、信号変化量の抽出に用いるフィルタは二次微分に限ったものではなく、たとえばs o b e lフィルタやP r e w i t tフィルタなどの一次微分に基づいたフィルタであってもよい。

以上説明したように、本発明によれば、放射線画像に対して、頭部から四肢骨まで、広範囲な様々な撮影部位に対して、正確に認識するための特徴量を抽出することが可能な特徴抽出方法および被写体認識方法ならびに画像処理装置を実現できる。

### III. 特徴量正誤判定

外形特徴量抽出手段40から得られた特徴量、エッジ特徴量抽出手段50から得られた特徴量は、正誤判定手段60において相互に組み合わせられ、正しいかどうかの判断がなされる。正しいと判断された特徴量のみが被写体認識手段70へ出力され、撮影部位等の判断に利用される。

図13に示すように正誤判定手段60は、組合せ判定手段61、組合せ記憶手段62、特徴量削除手段63からなる。以下に順次説明する。

(6-1) 組合せ判定および組合せ記憶：

組合せ判定手段61は、前記形状ベクトルS、およびエッジパターンベクトルEを、それぞれ組合せ記憶手段62に転送する。組合せ記憶手段62では、送信されたきたそれぞれのベクトルの‘0’でない要素の組合せと、削除対象として記憶さ

れている組合せとが同一かどうか比較する。もし同一であれば、組合せ判定手段 6 1 へ同一な組合せが存在することを示し、かつ削除する特徴量を示す信号を返す。同一な組合せが存在しないときは、その旨を示す信号を返す。

もし、同一な組合せが存在しない信号が送信されてきた場合は、全ての特徴量が正しいと判断し、全ての特徴量を被写体認識手段 7 0 へ送信する。

逆に、同一な組合せが存在する信号が返信されてきた場合、前記削除する特徴量を示す信号と共に、全ての特徴量を特徴削除手段 6 3 に送信する。

#### (6-2) 特徴量削除：

特徴量削除手段 6 3 では、前記削除する特徴量を示す信号に基づいて特徴量を選択し、これを削除する。組合せ記憶手段 6 2 に予め記憶しておくべき削除する特徴量については、たとえば経験的に決定する。たとえば、外形形状による特徴量が“樽型”（頭部を示す）と判断された結果が、非常に信頼性が高ければ、信号変化による特徴量として“長い骨”が抽出されていると、この“長い骨”という特徴量を誤りと判定する。

#### (6-3) 正誤判定その他：

以上のようにして複数の特徴量の組み合わせにより、特徴の正誤判定を行うことによって、撮影部位または方向を精度良く認識することができる。

なお、以上本実施の形態例では、被写体の外形形状、およびエッジパターンの組合せによる正誤判定について述べてきたが、異なる特徴量の組合せによる正誤判定は、これに限るものではない。

たとえば、特開平 4-141153 号公報や特開平 11-85950 号公報に記載されている画像のプロファイルやヒストグラム等、濃度分布を調べることによって得た濃度特徴量と、前記外形形状の組合せ、また該濃度特徴量と前記エッジパタ

一の組合せ、さらに被写体領域の大きさ（たとえば前記領域表示画像で‘1’となる画素の数で表す）を特徴量とし、これと前記外形形状やエッジパターン、濃度特徴量を組み合わせることも考えられる。

たとえば、濃度特徴量では、被写体領域周辺部より高濃度な領域が被写体の中心付近で検出されることにより、肺野の存在を示す特徴量が得られ、一方外形形状では手足しか考えられない“ブーメラン型”の特徴量が得られている場合、被写体領域の大きさが指程度を示す一方、信号変化によるエッジパターンが“脊椎”を示している場合等、一方の特徴量について誤りとする。

#### （7）正誤判定以降：

診断用画像においては、被写体の撮影部位または撮影方向によって診断に適した画像とするために行う画像処理は異なることが多々ある。そのため、予め複数の画像処理条件を準備しておき、画像処理条件記憶手段90の中に記憶しておく。被写体認識手段70では、前記正誤判定手段60から送信された特徴量に基づき、被写体の撮影部位および撮影方向を認識する。認識結果は画像処理条件選択手段80に送られる。画像処理条件選択手段80は、前記認識結果に基づき、前記画像処理条件記憶手段90から、最適な画像処理条件を選択する。選択された画像処理条件は、画像処理手段100へ送られる。画像処理手段100では、放射線画像形成手段10より送られた原画像に対し、前記画像処理条件を用いて画像処理を実行する。画像処理を施された処理済み画像はモニタやプリンタに出力され、診断に利用される。

以上説明したように、本発明によれば、放射線画像に対して、複数の特徴量を求め、それら特徴量を互いに組み合わせることにより、正誤判定を行って誤った特徴量を削除し、精度良く被写体の撮影部位や撮影方向を認識する特徴量正誤判定方法および画像処理装置を実現できる。



#### IV. 撮影方向判定

図14に示すように撮影方向判別手段60では、外形特徴量抽出手段40で得られた外形形状、信号変化抽出手段で得られた信号変化情報を用いて、被写体の撮影方向を判別する。

本実施例では、外形形状情報、または信号変化情報のいずれか一方について、撮影方向判定を行った結果が側面方向と判別されれば、被写体は側面方向から撮影されたと判断する場合について説明する。

この場合、それぞれの情報に基づいて判別を行う際には、側面方向との確信度が高い場合のみ側面方向と判別するよう、閾値等を調整しておく。また、双方の情報のみから判別を行う段階での側面方向と判別する基準を、閾値等調整して緩めておき、代わりに双方とも側面と判断した場合のみ、最終的な判別結果を側面方向とすることも可能である。

人体は正面から見た場合、ほぼ左右対称な構成をしているので、被写体が正面から撮影されたか、側面から撮影されたかを判別するには、体軸方向（頭頂部から尾てい骨方向、四肢の場合は骨の長手方向）に平行で、かつ被写体の中心を通る軸線に対して略軸対称となるか否かを調べればよい。もし、略軸対称であれば正面から撮影されており、そうでなければ側面から撮影されていると判断する。

最初に外形形状情報を基に、左右（上下）対称か否かを判別し、その結果から非対称と判定されたら、本手段での処理を終了し、被写体は側面方向から撮影されたと判別した判別結果を出力する。

そうでない場合、次に信号変化抽出手段で得られた、近傍画素間での信号変化が大きな画素の分布を基に対称か否かを判別し、その結果から非対称と判別されたら被写体は側面方向から撮影されたと判別する。

上記のどちらにおいても非対称と判別されなかった場合は、被写体は正面方向から撮影されたと判別する。そして本手段での処理を終了し、判別結果を出力する。以下、順に説明する。

#### (7-1) 体軸方向の決定

画像の水平方向、垂直方向それぞれについて、被写体領域の長さを求め、領域の全長が長い方向を体軸方向とする。もし、他の情報（ディテクタの上下方向等）で予め決まっている場合は、その方向を体軸方向とする。

#### (7-2) 外形形状に基づく方向判定

体軸方向に平行な方向の外形形状情報（体軸方向が画像に垂直であれば、被写体領域の左右の領域境界からの情報）をまず選択する。以下では、画像に垂直な方向が体軸方向だとして説明するが、画像に水平な方向が体軸方向だとしても、上下左右を入れ替えるだけで同様に処理を実行できる。

被写体領域左右それぞれについて、凹凸度合いの深度が最も大きい極点を選択する。左右それぞれから選択された極点について、凹凸方向、垂直座標の位置、深度、幅をそれぞれ比較することにより、対称か否かを判定する。いずれかにおいて非対称と判定されれば、被写体は側面方向から撮影されたと判断する。

##### i) 凹凸方向を比較する場合。

もし、左右で凹凸方向が逆（例えば、左が凸で右が凹等）であり、当該極点の深度が双方とも閾値Sthd1より大きい場合、非対称と判定する。ここで閾値Sthd1は被写体の平均幅（画像を左右に走査した場合の同一走査線上にある、最も離れた領域境界点間の距離を、複数の走査線について求めて平均化したもの）の10%～30%が望ましい。閾値Sthd1をこれ以上小さくすると被写体の体側線の微妙な変化を感知してしまい、正しく判定できず、また閾値Sthd1をこれ以上大きくすると、例えば関

節等で曲がっている部分すら正しく検知できなくなってしまう。

ii) 垂直座標の位置を比較する場合。

左右それぞれの当該極点の凹凸が同じでも、垂直座標の差が所定の閾値Sthd2以上あるとき、非対称と判定する。

ここで閾値Sthd2は、被写体領域の垂直方向長さの5%~20%が望ましい。閾値Sthd2をこれ以上小さくすると、被写体が正面から撮影されているにもかかわらず、画像に対して若干傾いて撮影されているだけでも非対称と判定してしまう。また閾値Sthd2をこれ以上大きくすると、被写体の非対称性を検知できなくなる。

iii) 深度、幅を比較する場合。

左右それぞれの当該極点の凹凸が同じで、かつ垂直座標がほぼ同じ位置に存在しても、当該極点の深度や幅が大きく異なれば非対称と判定する。

例えば、被写体が頸部であり、側面から撮影されている場合、顎を若干上げたような状態で撮影されると、外形形状は体前面側、体後面側とも頸部で凹型になる。しかし、体前面側の方が人体構造からみて、幅が狭く、深度が大きいという急峻な凹型形状となり、体後面側の方が幅が広い緩やかな凹型形状となる。そこで、左右両当該極点の深度差の絶対値が所定の閾値Sthd3以上の場合、または左右当該極点の幅の差が所定の閾値Sthd4以上の場合は、非対称と判定する。ここで閾値Sthd3は前記被写体の平均幅の3%~15%が望ましい。閾値Sthd3をこれ以上小さくすると被写体を正面から撮影した場合でも生じるような左右差を検知してしまい、誤って非対称と判定してしまう可能性が高くなる。一方閾値Sthd3をこれ以上大きくすると、当然検知しなければならない差異も検出できなくなってしまう。

同様に、閾値Sthd4は前記被写体の垂直方向長さの3%~15%が望ましい。閾値Sthd4がこの範囲にないときも、閾値Sthd3の場合と同様の不具合を発生する。

### (7-3) 信号変化に基づく撮影方向判別

近傍画素間の信号変化に基づく信号変化情報は、被写体内部構造に基づいた情報を表す。前述したように、骨のエッジや、肺野の輪郭といったところで、近傍画素間の信号変化は特に大きくなる。前記エッジ特微量抽出手段50で得られた、近傍画素間での信号変化の大きな画素の分布を示す信号変化情報は、主として骨のエッジ等を表している。そこでこの画素分布の対称性等を調べることにより、被写体の撮影方向を判別することができる。

画素分布の対称性は以下i)～iv)の手段によって判別する。

i) 被写体領域を前記体軸方向 $m$  ( $m$ は3～10程度) 等分、体軸方向と直交する方向に3等分した小領域 $rij$ を設定する。ここで $i, j$ はそれぞれ小領域の位置を表す指標であり、 $i$ は体軸と直交方向、 $j$ は体軸と平行方向の指標で、 $i=-1, 0, 1, j=1, 2, \dots, m$ とする(図15参照)。

ii) 各小領域内に含まれるエッジ選択情報 $L_{x,y}>0$ となる画素の数を計数し、そのエッジ方向毎に個数 $n_{ijk}$  ( $i = -1, 0, 1, j = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2$ )、重心 $g_{ijkl}$  ( $i = -1, 0, 1, j = 1, 2, \dots, m, k = 1, 2, l = 1, 2$ )を求める。

ここで $i, j$ は前記小領域の位置を示す指標、 $k$ はエッジ方向を表す指標(0のとき体軸方向、1のとき体軸直交方向)、 $l$ は水平方向、垂直方向の座標または座標の分散を表す指標(0のとき体軸方向、1のとき体軸直交方向)である。

iii) エッジが集中している部分に、被写体の対称性を判断するために有用な構造(骨等)があると考えられるので、エッジの個数が多い小領域を中心に、体軸方向を対称軸とした線対称性を調査する。

まず、エッジ個数 $n_{ijk}$ がもっとも多い小領域 $rx_{y}$ を検出する。

$x=0$ のときは $n_{xyk}=0$ とする。

$x=-1$ または $1$ のとき、その小領域と体軸を挟んで略対称な位置にある小領域 $r-xy+a$  ( $a = -1, 0, 1$ ) において、前記エッジ個数最大となったエッジ方向と同方向のエッジの個数を調べ、個数最大となる小領域 $r-xz$ 、について、個数、重心をそれぞれ $rxy$ と比較し、それぞれのどちらか一方でも以下の条件を満たしたとき、非対称と判定する。

エッジ個数  $(r-xzk/nxyk) < Thdn$  を満たせば非対称と判定する。 $Thdn$ としては $0.3 \sim 0.6$ が望ましい。

エッジ重心位置  $|gxyk0 - g-xzk0| > Thdg$ を満たせば非対称と判定する。 $Thdg$ としては被写体体軸方向長さの $5\% \sim 20\%$ が望ましい。

以上の条件を満たさない場合は、 $nxyk=0$ 、および $n-xzk=0$ とする。

iv) 非対称と判定されない場合、iii) を所定回、またはエッジ個数の最大値が所定数を下回るまで繰り返す。所定回数繰り返しても非対称と判定されない場合、被写体は対称であると判別される。

診断用画像においては、被写体が正面から撮影された場合と側面から撮影された場合では、診断に適した画像とするために行う画像処理は異なることが多々ある。

そのため、予め複数の画像処理条件を準備しておき、画像処理条件記憶手段80の中に記憶しておく。そして前記方向判定手段60から得た判定結果は画像処理条件選択手段70に送られる。画像処理条件選択手段70は、前記判定結果に基づき、前記画像処理条件記憶手段80から、最適な画像処理条件を選択する。選択された画像処理条件は、画像処理手段90へ送られる。画像処理手段90では、放射線画像形成手段10より送られた原画像に対し、前記画像処理条件を用いて画像処理を実行する。画像処理を施された処理済み画像はモニタやプリンタに出力され、診断に利用される。

以上、説明したように、本発明によると放射線撮影において、被写体の撮影方向

を自動判定するときに、被写体領域を抽出した後、被写体領域の外形形状の対称性、被写体領域内に含まれる局所的な信号変化の対称性の何れか一方、もしくはその組み合わせを用いることができるので、精度良く被写体の撮影方向を判定することができる。

図 10 被写体領域の抽出結果を示す図